UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE NACHWEISBARKEIT DER ABO-GRUPPENSUBSTANZEN AN MENSCHLICHEN ZEHENNÄGELN

FRANZ BALLAUF

Diss
München
1954

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Universität München
Direktor : Prof. Dr. med. W. Spann

Untersuchungen über die Nachweisbarkeit der ABO-Gruppensubstanzen an menschlichen Zehennägeln

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Franz Ballauf
aus
Kienberg/Obb.

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Prof. Dr. med. H.-D. Tröger

Mitberichterstatter : Prof. Dr. med. W. Spann

Dekan : Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 28.6.1984

MEINEN ELTERN

in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546002_0027

INHALT

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
1.1	Das ABO-System	1
1.2	Bedeutung der Blutgruppenbestimmung	4
1.3	ABO-Bestimmung an fäulnisresistenten Geweben (Nägeln)	4
2.	AUFGABENSTELLUNG	6
2.1	Ziel der Arbeit	6
2.2	Versuchsprinzip	6
3.	UNTERSUCHUNGSMATERIAL UND METHODIK	7
3.1	Untersuchungsmaterial	7
3.1.1	Nägel	7
3.1.2	Antiseren	7
3.1.3	Testerythrozyten	8
3.2	Materialaufbereitung	8
3.2.1	Reinigung	8
3.2.2	Aufbereitung	9
3.3	Versuchsdurchführung	10
3.3.1	Absorption	10
3.3.2	Elution	11
3.3.3	ABO-Bestimmung	11
4.	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	12
4.1	Auswertungskriterien	12
4.2	Auswertung der eigenen Versuche	17
5.	DISKUSSION	33
6.	ZUSAMMENFASSUNG	40
7.	LITERATURVERZEICHNIS	41

1. EINLEITUNG

1.1 Das ABO-System

(geschichtlicher Überblick, Vererbung, Sekretor-System)

Das Phänomen menschlicher Blutgruppen und das ABO-Blutgruppensystem in seiner heutigen Form wurden im wesentlichen von KARL LANDSTEINER entdeckt. "Der Polymorphismus menschlicher Blutgruppen wurde von LANDSTEINER zunächst im ABO-System beschrieben. Er veröffentlichte seine Beobachtungen 1901 unter dem Titel 'Über Agglutinationserscheinungen normaler menschlicher Blute'" (I. OEPEN). Für diese Leistung erhielt er 1930 den Nobelpreis.

Blutgruppen sind immunologische Merkmale, die das menschliche Blut entsprechend seiner Antigenähnlichkeit in bestimmte Gruppen unterteilen. Wie LANDSTEINER 1900 entdeckte, sind die Blutkörperchenmerkmale (Agglutinogene) auf der Erythrozytenmembran lokalisiert. Der Vorschlag, die Gruppen mit den Buchstaben A, B, AB, 0 zu bezeichnen, stammt von L. HIRSZFELD und wurde 1928 durch die Hygienekommission des Völkerbundes international eingeführt.

Erythrozytenmerkmale sind erkennbar durch ihre Reaktion mit

Antikörpern, die gegen sie gerichtet sind. Diese werden in der Regel im Blutserum nur von solchen Personen gebildet, die selbst das betreffende Merkmal nicht tragen. So hat ein Individuum der Blutgruppe A zwar Anti-B Antikörper, jedoch keine Anti-A Antikörper in seinem Serum und umgekehrt. Schon bald nach der Entdeckung der klassischen Blutgruppen durch LANDSTEINER wurde berichtet, daß innerhalb der Blutgruppe A quantitative und qualitative Unterschiede vorhanden seien (HIRSZFELD 1928). Die Untergruppen von A wurden als A_1 (= "starkes A") und als A_2 (= "schwaches A") bezeichnet. Die Unterschiede sind genetisch bedingt. Sie sind deshalb von Bedeutung, weil sich A_1 über A_2 dominant verhält.

Vererbung

"Der Vererbungsmodus der ABO-Gruppen wurde nach einigen Fehlinterpretationen von dem Mathematiker BERNSTEIN geklärt. Danach werden die Merkmale A und B dominant über O vererbt. Die schwächeren A-Untergruppen (A_2 , A_x) verhalten sich rezessiv gegenüber dem stärker reagierenden A_1 , d.h. für einen Phänotyp (z.B. A_1) kann es mehrere Genotypen (z.B. A_1O, A_1A_1, A_1A_2) geben" (I. OEPEN).

Sekretorsystem

Seit über 50 Jahren werden Untersuchungen über die Nachweis-

barkeit von Blutgruppensubstanzen in Körpergeweben und flüssigkeiten durchgeführt. So entdeckte man bereits 1926 gruppenspezifische Rezeptoren in Speichel und Sperma. Was die Auscheidung von Blutgruppensubstanzen im Speichel betrifft, fanden 1930 LEHRS und PUTKONEN, daß es sich hierbei um kein obligates Merkmal handelt, sondern daß es Sekretoren und Non-Sekretoren von Gruppensubstanzen gibt.

"Der Nachweis von ABO-Gruppensubstanzen in Sekreten ist nur bei "Ausscheidern" oder "Sekretoren" möglich, die 75 - 78 % der Bevölkerung ausmachen." (I. OEPEN) Die Ausscheidereigenschaft wird mit Se bezeichnet und vererbt sich dominant über die Nichtausscheidereigenschaft se. Ein Mischtyp Sese ist daher vom reinerbigen Typ SeSe phänotypisch nicht zu unterscheiden.

Ergänzend dazu schreiben TRÖGER, EISENMENGER und TUTSCHBAUER: "Es ist wissenschaftlich unumstritten, daß sowohl Körpergewebe als auch Körperflüssigkeiten entsprechend der ABO-Blutgruppenzugehörigkeit gruppenspezifisch geprägt sind und daß diese ABO-Prägung der Gewebe unabhängig vom Sekretortyp ist."

1.2 Bedeutung der Blutgruppenbestimmung

In der forensischen Spurenkunde kommt dem Nachweis der ABO-Gruppenzugehörigkeit eine nicht unerhebliche Bedeutung zu. So kann anhand von biologischen Spuren (Sperma, Haare, Speichel) die Blutgruppe bestimmt werden, was bei Kapitaldelikten zur Überführung des Täters beitragen kann. Auch für die Identifizierung von Katastrophenopfern, verstümmelten oder mumifizierten Leichen, bei denen die klassische Blutgruppenbestimmung nicht mehr möglich ist, kann die Technik der Gruppenbestimmung anhand von Körpergewebe, das der Fäulnis weniger ausgesetzt ist, wichtige Hinweise liefern. Solche Gewebe und biologische Spuren, die auch unter ungünstigsten Lagerungsbedingungen jahrelang zur Verfügung stehen, wie z.B. getrocknete Blutspuren, Zähne, Knochen, Haare und Nägel wurden von verschiedenen Autoren (GRAMER und TAUSCH, HEIFER, KIND, KIRST und LANDES, OUTTERIDGE, SCHAIDT und SPECHT, SCHEIBE et al., SCHLEYER, STAAK und BERGHAUS, TRÖGER et al., YADA et al., YAVARI) auf ihre Gruppenzugehörigkeit untersucht.

1.3 ABO-Bestimmungen an fäulnisresistenten Geweben (Nägeln)

Das spezielle Problem der ABO-Gruppenbestimmung an Nägeln wurde in der Literatur zum erstenmal 1954 erwähnt. K. THOMA

berichtete, daß aus menschlicher Nagelsubstanz nach Ultraschallbehandlung mit dem Absorptionsverfahren die A-, B-, AB- und O-Gruppeneigenschaften nachweisbar seien. Die Brauchbarkeit dieser Methode wurde von A. STEINHÄUSER anhand von 45 Versuchen mit beschallter Nagelsubstanz von 30 verschiedenen Leichen überprüft und bestätigt. Es gelang, die A- und B-Eigenschaft an Nägeln im Absorptionsversuch gegenüber O-Seren nachzuweisen. OUTTERIDGE veröffentlichte 1963 eine Arbeit über den ABO-Nachweis an Fingernägeln mit Hilfe der Absorptions-Elutions-Methode. Es wurden insgesamt 105 Proben untersucht, die von 28 verschiedenen Spendern (11 A, 8 B, 4 AB, 5 0) stammten. Nach OUTTERIDGE waren die A- und B-Reaktionen spezifisch, die Klassifizierung der A-Untergruppen war unzuverlässig. YADA, OKANO und SANO bestätigten 1966 die erfolgreiche ABO-Gruppenbestimmung an Fingernägeln unter Verwendung des Absorptions-Elutions-Verfahrens an 62 Fingernägeln lebender Personen mit bekannter Blutgruppe. Zusätzlich wurde bei diesen Probanden die Ausscheidereigenschaft bestimmt. YADA erhielt bei insgesamt 62 Versuchsproben (24 Probanden gehörten der Blutgruppe A, 21 der Blutgruppe O an, 12mal war B und 5mal AB bestimmt worden) jedesmal das richtige Ergebnis, sowohl bei Sekretoren (n = 49) als auch bei Non-Sekretoren (n =13). P. GUTH erzielte 1978 mit dem von KIND, NICKOLLS und PEREIRA beschriebenen, von BUDVÁRI modifizierten Verfahren gute Ergebnisse. Die Treffsicherheit der Absorptions-Elu-

tions-Methode wurde 1982 von SEHAJPAL und SHARMA mit 100 % angegeben, was R.K. GARG 1983 in seiner Arbeit bestätigte.

2. AUFGABENSTELLUNG

2.1 Ziel dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, eine technisch einfache und zeitsparende Methode auszuarbeiten, um die ABO-Gruppensubstanzen an Nägeln mit der Absorptions-Elutions-Methode nachzuweisen und die Brauchbarkeit und insbesondere die Zuverlässigkeit dieser Methode mit unserem Untersuchungsmaterial zu überprüfen.
Weiterhin soll untersucht werden, inwieweit der Alterungsprozeß der Nägel Einfluß auf die Treffsicherheit der ABO-Bestimmung hat, das heißt, ob auch mit zunehmendem Alter der Proben die Methode noch zuverlässige Ergebnisse liefert.

2.2 Versuchsprinzip

Die Spurenmengen werden mit Antiserum inkubiert. Dadurch werden Antikörper zunächst an das homologe Antigen gebunden (= Absorptionsphase), überschüssige Antikörper wer-

den mit 0,9%iger NaCl-Lösung ausgewaschen. Die Antikörper werden anschließend durch Erhöhen der Temperatur wieder abgesprengt (= Elutionsphase). Den Antikörpern hinzugegebene homologe Testblutkörperchen werden vom Eluat agglutiniert, was unter dem Lichtmikroskop sichtbar ist. Als Elutionsmedium wird physiologische Kochsalzlösung verwendet.

3. UNTERSUCHUNGSMATERIAL UND METHODIK

3.1 Untersuchungsmaterial

3.1.1 Nägel

Die Zehennägel wurden bei den laufenden gerichtlichen Obduktionen mit Hilfe eines Knorpelmessers und einer Zange aus dem Nagelbett der Großzehe herausgelöst. Nägel mit makroskopisch sichtbarem Pilzbefall sowie Nägel von Leichen mit langer Liegezeit (mumifizierte Leichen, Wasserleichen) kamen nicht zur Untersuchung.

3.1.2 Antiseren

Für alle Untersuchungen wurden handelsübliche Immun-Testseren (Anti-A- und Anti-B-Seren) der Titerstärke 1:256 verwendet.

3.1.3 Testerythrozyten

Die Untersuchungen wurden mit ebenfalls handelsüblichen enzymatisch nicht vorbehandelten A_1 - und B-Testerythrozyten und zur Kontrolle mit 0-Erythrozyten in einer 0,5 %igen Suspension durchgeführt.

3.2 Materialaufbereitung

3.2.1 Reinigung

Die abgenommenen Zehennägel wurden noch im Sektionssaal von groben Verunreinigungen (Schmutz, Hautresten, Blut) mit Hilfe eines Knorpelmessers gesäubert und anschließend unter fließendes Leitungswasser gehalten. Im Labor wurden sie einem erneuten Waschvorgang mit Aqua destillata unterzogen, bevor sie 15 Min. lang einzeln in Behälter mit unverdünntem Methanol gelegt wurden.
Zum Abschluß des Reinigungsvorganges wurden die Zehennägel nochmals unter fließendem Aqua destillata gewaschen und für die weitere Aufbereitung bei Zimmertemperatur getrocknet.

3.2.2 Aufbereitung

Zunächst wurden die Zehennägel (Nr. 1 - 50) mittels einer feinen Eisenfeile, die nach jedem Arbeitsgang wieder aufwendig mit Bürsten gereinigt werden mußte, zu Nagelmehl aufbereitet. Da sich dieser Arbeitsgang als zu zeitraubend erwies und da außerdem - wie sich später herausstellte - Verunreinigungen durch noch an der Feile haftende Nagelspuren auftraten, wurde die Aufbereitung wie folgt durchgeführt:

Die Zehennägel wurden nun mit feinem Sandpapier der Körnung 120 zu Nagelmehl zerrieben. Dabei wurde mit Gummihandschuhen gearbeitet, die nach jeder einzelnen Nagelaufbereitung unter fließendem Aqua destillata gewaschen wurden.
Für jede einzelne Probe wurde neues Sandpapier genommen. Um Verunreinigungen durch vorausgegangene Probenaufbereitungen zu vermeiden, hat es sich als hilfreich erwiesen, das Sandpapier auf eine dünne Aluminiumfolie zu legen, die ebenfalls nach jedem Arbeitsgang erneuert wurde und die ein bequemes und sauberes Einfüllen des Nagelmehls in die Reagenzgläser ermöglichte. Reagenzgläser in unmittelbarer Nähe des Arbeitsplatzes wurden mit Aluminiumfolie abgedeckt.

3.3 Versuchsdurchführung

3.3.1 Absorption

Für die Absorption der Agglutinine wurde das Nagelmehl mit Anti-A- und Anti-B-Testseren versetzt. Man füllte von jeder Nagelprobe etwa 2 - 10 mg in Reagenzglas A, dem später 4 Tropfen Anti-A-Testserum zugegeben wurden, und etwa 2 - 10 mg in Reagenzglas B, dem 4 Tropfen Anti-B-Testserum zugegeben wurden.

Diese Proben wurden ca. 18 - 48 Std. mit Anti A- bzw. mit Anti-B-Serum im Kühlschrank bei 4°C inkubiert. Während der Absorptionsphase wurden die Proben mehrmals geschüttelt, um eine möglichst große Oberfläche der Nägel zu benetzen.

Anschließend fand folgender Waschvorgang mit ungekühlter physiologischer NaCl-Lösung statt:

Die Proben wurden mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt und danach ca. 1 - 2 Minuten bei 1500 Umdrehungen/Min. zentrifugiert und der Überstand abgesaugt. Für jede einzelne Probe wurde die Absaugdüse gründlich mit Aqua destillata gespült. Dieser Vorgang wurde 2 - 3mal wiederholt.

3.3.2 Elution

Die so behandelten Proben wurden mit 4 Tropfen physiologischer NaCl-Lösung versetzt und ca. 20 - 30 Minuten im Brutschrank bei 56°C erhitzt.

3.3.3 ABO-Bestimmung

Je 1 Tropfen des NaCl-Überstandes der Proben A und B wurde mit einer gereinigten Pipette auf einen mit Aqua destillata gewaschenen Objektträger gebracht, der vorher entsprechend gekennzeichnet wurde. Nach kurzer Abkühlung wurde das Eluat mit 1 Tropfen einer homologen 0,5 %igen Testerythrozyten-Suspension (A_1 und B) versetzt, mit einem Deckglas abgedeckt und für kurze Zeit in einer feuchten Kammer bei Zimmertemperatur belassen. Zur besseren Agglutinationsbeurteilung wurde jeweils 1 Tropfen des Eluats aus A oder B mit 1 Tropfen einer 0-Erythrozytensuspension versetzt (= neg. Kontrolle). Danach wurde jede Probe unter dem Lichtmikroskop bei schwacher Vergrößerung unter leichtem Beklopfen des Objektträgers nach dem Grad der Agglutination beurteilt. Es erwies sich als notwendig, alle Proben eines Versuchsansatzes nach etwa 10 - 15 Min. ein zweites Mal zu betrachten, um eventuell später eintretende Agglutinationen nicht zu übersehen.

Die Blutgruppenzugehörigkeiten A, B und AB wurden durch direkte Agglutination in den entsprechenden Versuchsansätzen angezeigt, während die Blutgruppe 0 durch Ausschluß - bei Ausbleiben von Agglutinaten im A- und B-Ansatz - bestimmt wurde.

4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Auswertungskriterien

Als positive Reaktion wurden Agglutinationen von mindestens 3 - 4 Erythrozyten bezeichnet, die sich bei Beklopfen des Objektträgers unter dem Mikroskop nicht voneinander trennten. Bei negativer Reaktion lagen die Erythrozyten einzeln vor und zeigten keinerlei Adhäsion. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte nach dem Grad der Agglutination (siehe Tab. 1 und Abb. 1 - 6).

Grad der Agglutination	Bewertung der Ergebnisse	Mikroskopischer Befund
Keine Agglutination	-	keine Zusammenballung, nur freie Erythrozyten
sehr schwache Agglutination	(+)	vereinzelte Zusammenballungen von 3 - 4 Erythrozyten
eindeutige Agglutination	+	Zusammenballungen von mindestens 3 - 4 Erythrozyten, gleichmäßig im Präparat verteilt
starke Agglutination	++	Zusammenballungen von mehr als 3 - 4 Erythrozyten, gleichmäßig im Präparat verteilt
sehr starke Agglutination	+++	große Zusammenballungen von Erythrozyten, viele freie Erythrozyten
	++++	sehr große Zusammenballungen, wenig freie Erythrozyten

Tab. 1: Bewertung der Ergebnisse

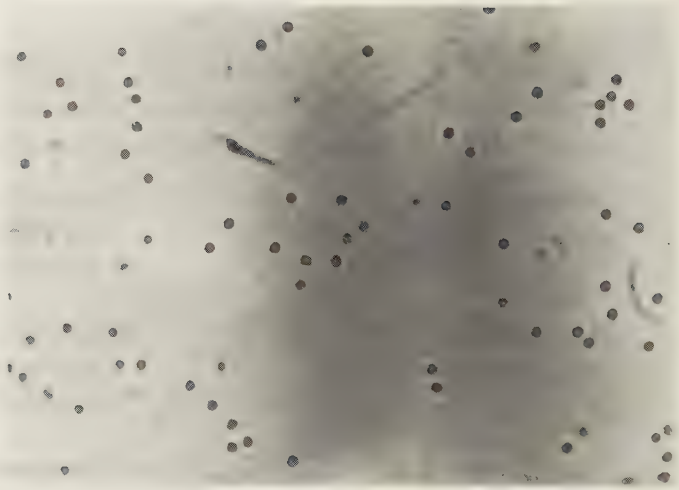

Abb. 1: Mikr. Bild: - Keine Agglutination

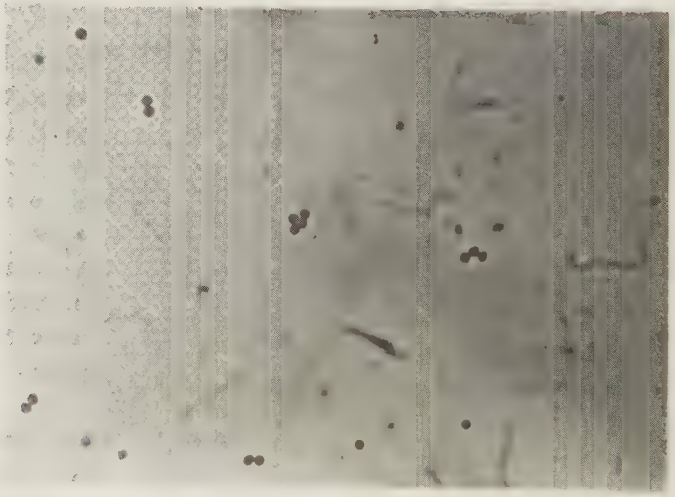

Abb. 2: Mikr. Bild: (+) sehr schwache Agglutination

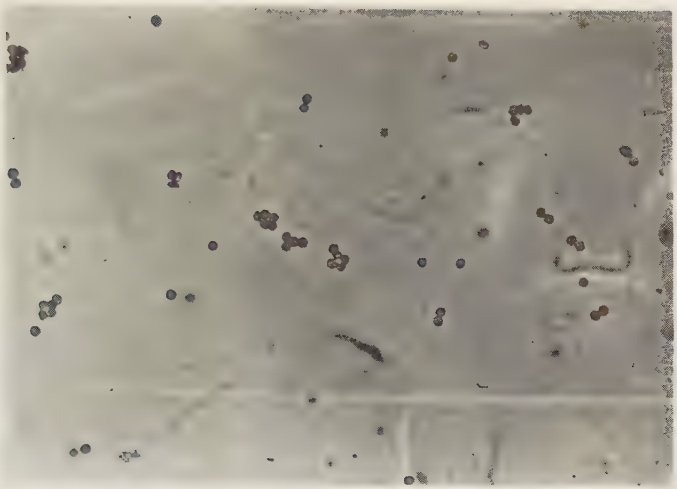

Abb. 3: Mikr. Bild: + eindeutige Agglutination

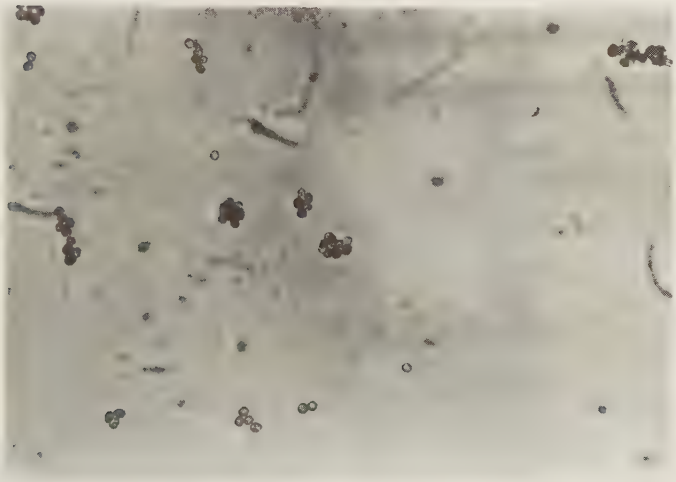

Abb. 4: Mikr. Bild: ++ starke Agglutination

Abb. 5: Mikr. Bild: +++ sehr starke Agglutination

Abb. 6: Mikr. Bild: ++++ sehr starke Agglutination

4.2 Auswertung der eigenen Versuche

Mit jeder Nagelabnahme wurde Blut entweder aus der Vena cava oder aus der Vena femoralis entnommen und im Labor routinemäßig nach der klassischen Methode bestimmt. Die Nagelspuren wurden zwei bis sechs Wochen nach Abnahme erstmals untersucht. Das Untersuchungsmaterial wurde bei Zimmertemperatur in verschlossenen, gereinigten Reagenzgläsern trocken aufbewahrt.

Die Nagelproben wurden im Blindversuch laufend ausgewertet und nach einer Versuchsserie mit dem Ergebnis der klassischen Blutgruppenbestimmung verglichen.

Die frischen Proben (Nr. 1 - 100) wurden in der Versuchsreihe I 48 Stunden lang mit Anti A- bzw. Anti-B-Serum bei 4°C im Kühlschrank inkubiert und anschließend dreimal gewaschen. Nach einer Lagergungszeit von einem halben Jahr wurden dieselben Proben (Nr. 1 - 100) in der Versuchsreihe II viermal gewaschen und die Inkubationszeit auf 24 - 28 h verkürzt. Unter Berücksichtigung der bisher gesammelten Erfahrungen kamen die Proben (Nr. 101 - 121) zur Aufbereitung und wurden in Versuchsreihe III (n = 21, 24 - 28 h Inkubation bei dreimaligem Waschen) und nach vier Monaten in Versuchsreihe IV (n = 21, 24 - 28 h Inkubation bei dreimaligem Waschen) ausgewertet.
In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse dargestellt.

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung Nagel	Blut	Fehlbestimmung falsch pos.	falsch neg.
1	+	-	-	A	A_1		
2	++	-	-	A	A_1		
3	++	++	-	AB	A_1B		
4	++	-	-	A	A_1		
5	++	-	-	A	A_1		
6	-	-	-	0	A_2		x
7	-	-	-	0	A_1		x
8	-	-	-	0	0		
9	++	-	-	A	A_1		
10	-	-	-	0	0		
11	(+)	-	-	A	0	x	
12	+	-	-	A	A_1		
13	-	-	-	0	0		
14	(+)	-	-	A	0	x	
15	++	-	-	A	A_1		
16	++	-	-	A	A_1		
17	-	-	-	0	0		
18	-	++	-	B	B		
19	-	-	-	0	0		
20	-	-	-	0	0		
21	+	-	-	A	A_1		
22	++	-	-	A	A_1		
23	++++	-	-	A	A_1		
24	+	-	-	A	A_2		
25	-	-	-	0	0		

Tab. 2: Versuchsreihe I (n = 100) an frischen Nagelproben (48 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
26	-	-	-	O	O		
27	-	-	-	O	O		
28	(+)	++	-	AB	A_1B		
29	-	-	-	O	O		
30	++	++	-	AB	A_1B		
31	++	-	-	A	O	x	
32	(+)	-	-	A	O	x	
33	+	-	-	A	A_1		
34	+	-	-	A	A_1		
35	+	-	-	A	A_1		
36	+	-	-	A	O	x	
37	++	-	-	A	A_1		
38	++	-	-	A	A_1		
39	+	-	-	A	A_1		
40	+++	++	-	AB	A_1B		
41	++	-	-	A	O	x	
42	+	-	-	A	O	x	
43	+	-	-	A	O	x	
44	+	-	-	A	O	x	
45	++	-	-	A	A_1		
46	+	-	-	A	O	x	
47	+	-	-	A	O	x	
48	++	-	-	A	A_1		
49	(+)	++	-	AB	B	x	
50	++	-	-	A	A_1		

Tab. 3: Versuchsreihe I (n = 100) an frischen Nagelproben (48 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
51	++	-	-	A	A		
52	-	++	-	B	B		
53	-	-	-	O	O		
54	+	-	-	A	O	x	
55	+	-	-	A	A		
56	++	-	-	A	A		
57	-	-	-	O	O		
58	-	-	-	O	O		
59	-	++	-	B	B		
60	-	-	-	O	O		
61	-	-	-	O	O		
62	++	+	-	AB	A	x	
63	++	-	-	A	A		
64	-	-	-	O	O		
65	(+)	-	-	A	O	x	
66	-	-	-	O	O		
67	++	-	-	A	A		
68	++	-	-	A	A		
69	-	+++	-	B	B		
70	-	++	-	B	B		
71	++	-	-	A	A		
72	++	-	-	A	A		
73	+	-	-	A	A		
74	+++	-	-	A	A		
75	+	-	-	A	A		

Tab. 4: Versuchsreihe I (n = 100) an frischen Nagelproben (48 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung Nagel	Blut	Fehlbestimmung falsch pos.	falsch neg.
76	-	-	-	O	O		
77	++	-	-	A	A		
78	++	-	-	A	A		
79	++	-	-	A	A		
80	++	++	-	AB	AB		
81	(+)	-	-	A	A		
82	++	-	-	A	A		
83	-	-	-	O	O		
84	+	+	-	AB	O	x	
85	-	(+)	-	B	AB		x
86	-	-	-	O	O		
87	+	-	-	A	O	x	
88	++	-	-	A	A		
89	++	-	-	A	A		
90	-	-	-	O	O		
91	-	-	-	O	O		
92	++	-	-	A	A		
93	+++	-	-	A	A		
94	-	-	-	O	O		
95	-	-	-	O	O		
96	+++	-	-	A	A		
97	+	-	-	A	A		
98	-	-	-	O	O		
99	-	-	-	O	O		
100	-	-	-	O	O		

Tab. 5: Versuchsreihe I (n = 100) an frischen Nagelproben (48 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
1	+	-	-	A	A_1		
2	++	-	-	A	A_1		
3	++	++	-	AB	A_1B		
4	++	-	-	A	A_1		
5	+	-	-	A	A_1		
6	-	-	-	0	A_2		x
7	++	-	-	A	A_1		
8	-	-	-	0	0		
9	+	-	-	A	A_1		
10	-	-	-	0	0		
11	-	-	-	0	0		
12	+	-	-	A	A_1		
13	-	-	-	0	0		
14	-	-	-	0	0		
15	++	-	-	A	A_1		
16	++	-	-	A	A_1		
17	-	-	-	0	0		
18	-	++	-	B	B		
19	-	-	-	0	0		
20	-	-	-	0	0		
21	+	-	-	A	A_1		
22	+	-	-	A	A_1		
23	+++	-	-	A	A_1		
24	-	-	-	0	A_2		x
25	-	-	-	0	0		

Tab. 6: Versuchsreihe II (n = 100) an Nagelproben nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr (24 - 28 h Inkubation bei 4maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
26	-	-	-	0	0		
27	-	-	-	0	0		
28	-	++	-	B	A_1B		x
29	-	-	-	0	0		
30	+	++	-	AB	A_1B		
31	++	-	-	A	0	x	
32	-	-	-	0	0		
33	+	-	-	A	A_1		
34	-	-	-	0	A_1		x
35	+	-	-	A	A_1		
36	-	-	-	0	0		
37	++	-	-	A	A_1		
38	+	-	-	A	A_1		
39	+	-	-	A	A_1		
40	++	++	-	AB	A_1B		
41	(+)	-	-	A	0	x	
42	-	-	-	0	0		
43	-	-	-	0	0		
44	-	-	-	0	0		
45	++	-	-	A	A_2		
46	+	-	-	A	0	x	
47	-	-	-	0	0		
48	++	-	-	A	A_1		
49	-	++	-	B	B		
50	++	-	-	A	A_1		

Tab. 7: Versuchsreihe II (n = 100) an Nagelproben nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr (24 - 28 h Inkubation bei 4maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
51	+	-	-	A	A		
52	-	+	-	B	B		
53	-	-	-	0	0		
54	-	-	-	0	0		
55	+	-	-	A	A		
56	++	-	-	A	A		
57	-	-	-	0	0		
58	-	-	-	0	0		
59	-	++	-	B	B		
60	-	-	-	0	0		
61	-	-	-	0	0		
62	++	+	-	AB	A	x	
63	+	-	-	A	A		
64	-	-	-	0	0		
65	-	-	-	0	0		
66	-	-	-	0	0		
67	++	-	-	A	A		
68	+	-	-	A	A		
69	-	++	-	B	B		
70	-	++	-	B	B		
71	++	-	-	A	A		
72	+	-	-	A	A		
73	+	-	-	A	A		
74	+++	-	-	A	A		
75	(+)	-	-	A	A		

Tab. 8: Versuchsreihe II (n = 100) an Nagelproben nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr (24 - 28 h Inkubation bei 4maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
76	-	-	-	O	O		
77	++	-	-	A	A		
78	+	-	-	A	A		
79	++	-	-	A	A		
80	++	++	-	AB	AB		
81	(+)	-	-	A	A		
82	+	-	-	A	A		
83	-	-	-	O	O		
84	+	+	-	AB	O	x	
85	-	-	-	O	AB		x
86	-	-	-	O	O		
87	+	-	-	A	O	x	
88	++	-	-	A	A		
89	++	-	-	A	A		
90	-	-	-	O	O		
91	-	-	-	O	O		
92	++	-	-	A	A		
93	++	-	-	A	A		
94	-	-	-	O	O		
95	+	-	-	O	O		
96	+	-	-	A	A		
97	-	-	-	A	A		
98	-	-	-	O	O		
99	-	-	-	O	O		
100	-	-	-	O	O		

Tab. 9: Versuchsreihe II (n = 100) an Nagelproben nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr (24 - 28 h Inkubation bei 4maligem Waschen)

Blut-gruppe	n	Gruppenbestimmung A	B	AB	O	Trefferquote %	Fehlbestimmung falsch pos.	falsch neg.
A	46	43				93,48	1	2
B	6		5			83,33	1	-
AB	6			5		83,33	-	1
O	42				27	64,28	15	-
Gesamt	100		80			80,00	20	

Tab. 10: Übersicht der Ergebnisse der Versuchsreihe I (n = 100) ABO-Bestimmung an frischen Nagelproben (48 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Blut-gruppe	n	Gruppenbestimmung A	B	AB	O	Trefferquote %	Fehlbestimmung falsch pos.	falsch neg.
A	46	42				91,30	1	3
B	6		6			100,00	-	-
AB	6			4		66,66	-	2
O	42				37	88,10	5	-
Gesamt	100		89			89,00	11	

Tab. 11: Übersicht der Ergebnisse der Versuchsreihe II (n = 100) ABO-Bestimmung an denselben Nagelproben nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr (24 - 28 h Inkubation bei 4maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
101	++	-	-	A	A_1		
102	-	-	-	0	0		
103	++	-	-	A	A_1		
104	-	-	-	0	0		
105	-	-	-	0	0		
106	-	++	-	B	B		
107	+++	-	-	A	A_1		
108	+	-	-	A	A_1		
109	-	-	-	0	0		
110	-	-	-	0	0		
111	++	-	-	A	A_1		
112	-	++	-	B	A_1B		x
113	++	-	-	A	A_1		
114	-	-	-	0	0		
115	++	-	-	A	A_1		
116	-	-	-	0	0		
117	++++	-	-	A	A_1		
118	++	++	-	AB	A_1B		
119	-	-	-	0	0		
120	-	-	-	0	0		
121	++	-	-	A	A_2		

Tab. 12: Versuchsreihe III (n = 21) an frischen Nagelproben (24 - 28 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Lfd. Nr.	Agglutinationsstärke: Eluat + A-Erythrozyten	Eluat + B-Erythrozyten	Eluat + O-Erythrozyten	ABO - Bestimmung: Nagel	Blut	Fehlbestimmung: falsch pos.	falsch neg.
101	++	-	-	A	A_1		
102	-	-	-	O	O		
103	+	-	-	A	A_1		
104	-	-	-	O	O		
105	-	-	-	O	O		
106	-	++	-	B	B		
107	+++	-	-	A	A_1		
108	+	-	-	A	A_1		
109	-	-	-	O	O		
110	-	-	-	O	O		
111	++	-	-	A	A_1		
112	-	++	-	B	A_1B		x
113	++	-	-	A	A_1		
114	-	-	-	O	O		
115	++	-	-	A	A_1		
116	-	-	-	O	O		
117	++++	-	-	A	A_1		
118	+	++	-	AB	A_1B		
119	-	-	-	O	O		
120	-	-	-	O	O		
121	+	-	-	A	A_2		

Tab. 13: Versuchsreihe IV (n=21) an Nagelproben nach einer Lagerungszeit von 4 Monaten (24-28 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Blut-gruppe	n	Gruppenbestimmung A	B	AB	O	Trefferquote %	Fehlbestimmung falsch pos.	falsch neg.
A	9	9				100,00	-	-
B	1		1			100,00	-	-
AB	2			1		50,00	-	1
O	9				9	100,00	-	-
Gesamt	21		20			95,20	1	

Tab. 14: Übersicht der Ergebnisse der Versuchsreihe III (n = 21) ABO-Bestimmung an frischen Nagelproben (24 - 28 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Blut-gruppe	n	Gruppenbestimmung A	B	AB	O	Trefferquote %	Fehlbestimmung falsch pos.	falsch neg.
A	9	9				100,00	-	-
B	1		1			100,00	-	-
AB	2			1		50,00	-	1
O	9				9	100,00	-	-
Gesamt	21		20			95,20	1	

Tab. 15: Übersicht der Ergebnisse der Versuchsreihe IV (n = 21) ABO-Bestimmung an denselben Nagelproben nach einer Lagerungszeit von 4 Monaten. (24 - 28 h Inkubation bei 3maligem Waschen)

Die ABO-Bestimmung an frischen Nagelproben (Nr. 1 - 100) der Versuchsreihe I brachte in 80 % der Fälle richtige Resultate. Siebzehnmal wurden falsch-positive Ergebnisse erzielt; dreimal zeigte sich ein falsch-negatives Ergebnis (Nr. 6, 7 und 85). Bei mikroskopischer Betrachtung der Probe Nr. 6 waren sowohl in der Versuchsreihe I als auch sechs Monate später in Versuchsreihe II Hyphen und Mycelen erkennbar, obwohl bei der Materialabnahme Nägel mit makroskopisch sichtbarem Pilzbefall von der Untersuchung ausgeschlossen wurden.

In der Versuchsreihe I war Probe Nr. 7 (= Blutgruppe A nach der klassischen Blutgruppenauswertung) fälschlich als der Gruppe 0 zugehörig bestimmt worden. Nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr wurde dieselbe Probe in Versuchsreihe II eindeutig als der Blutgruppe A zugehörig bewertet. Auffallend dabei war, daß die Agglutinate erst etwa 10 - 15 Minuten nach Zugabe der 0,5 %igen Erythrozyten-Suspension unter dem Lichtmikroskop sichtbar wurden. Wiederholt durchgeführte Untersuchungen an Probe Nr. 7 ergaben jedesmal das richtige Resultat. Diese Tatsache läßt die Vermutung aufkommen, daß diese falsch-negative Bestimmung auf die noch fehlende Routine des Untersuchers zurückzuführen war.

Bei Probe Nr. 49 (= Blutgruppe B nach der klassischen Be-

stimmung) wurde in Versuchsreihe I falsch-positiv AB gefunden. Eine starke A-Reaktion war bei Probe Nr. 48 vorausgegangen. Verunreinigungen durch Nagelstaub könnten zu der schwach positiven A-Reaktion geführt haben. Nach sechs Monaten wurde diese Probe in Versuchsreihe II richtig mit Gruppe B bestimmt.

Sowohl mit frischem Nagelmehl als auch nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr war Probe Nr. 62 jedesmal als der Gruppe AB zugehörig bewertet worden, obwohl die im Labor durchgeführte Blutgruppenbestimmung eindeutig Gruppe A ergeben hatte.

Die AB-Gruppenzugehörigkeit der Probe Nr. 85 wurde in der Versuchsreihe I mit einer sehr schwachen Agglutination als der Gruppe B zugehörig, in der Versuchsreihe II mit fehlender Agglutination im A- und B-Ansatz als der Gruppe 0 zugehörig bestimmt.

Die Untersuchungen der Proben (Nr. 1 - 100) in Versuchsreihe II nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr brachten eine Trefferquote von 89 % richtiger Bestimmungen.
Sechsmal wurde ein falsch-positives, fünfmal ein falsch-negatives Resultat ermittelt. Bei den falsch-negativen Ergebnissen (Nr. 6, 24, 28, 34 und 85) war dreimal die Blut-

gruppe A_2 ("schwaches A") betroffen, bei Nr. 85 (AB) war die Untergruppe im Labor nicht mehr bestimmt worden und einmal fiel A_1 falsch-negativ aus.

Die Untersuchungen der Proben Nr. 101 - 121 brachten sowohl mit frischen Nagelproben in der Versuchsreihe III als auch nach einer Lagerungszeit von vier Monaten in Versuchsreihe IV eine Trefferquote von 95,20 % richtiger Bestimmungen.

5. DISKUSSION

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zeigen, daß das Absorptions-Elutions-Verfahren in der angegebenen Modifikation prinzipiell zum Nachweis der ABO-Gruppenbestimmung an menschlichen Nägeln geeignet ist, daß jedoch mit falsch-positiven und falsch-negativen Ergebnissen zu rechnen ist.

Die ABO-Bestimmungen an frischen Nagelproben (Nr. 1 - 100) der Versuchsreihe I (48 h Inkubation bei dreimaligem Waschen) brachten in 80 % der Fälle richtige Resultate.

Von den 17 falsch-positiven Fällen waren 15 nach der klassischen Blutgruppenbestimmung der Gruppe 0 zuzuordnen. Diese 15 Fälle zeigten jedoch im Versuch alle eine falsch-positive A-Reaktion. Dazu muß erwähnt werden, daß die Nagelproben (Nr. 1 - 50) mittels einer Feile aufbereitet wurden und damit - wie sich erst später herausstellte - die Gefahr gegeben war, daß kleinste an der Feile haftende Spuren von Nagelmehl auf die nachfolgend aufbereiteten Proben übertragen werden konnten.

Die Proben (Nr. 1 - 100) wurden nach einer Lagerungszeit von einem halben Jahr einer erneuten Untersuchung unter-

zogen. Die Inkubationszeit betrug diesmal nur 24 - 28 h und die Ansätze wurden viermal gewaschen. Die Auswertung der Untersuchungen an gelagerten Nagelproben brachte eine Trefferquote von 89,0 % gegenüber 80,0 % an frischen Nagelproben. Die überraschend guten Ergebnisse der Versuchsreihe II mit gelagertem Material dürften ihren Grund in der besseren Einarbeitung und in der größeren Erfahrung der Untersucher haben, zumal die Agglutinationsstärke häufig schwächer ausfiel als bei Versuchsreihe I mit frischem Nagelmaterial. Untersuchungen mit Nagelproben nach einer Lagerungszeit von fünf Jahren sind vorgesehen.

Erwähnenswert erscheint die Tatsache, daß die Anzahl der falsch-positiven Bestimmungen nach einem halben Jahr auf sechs gegenüber siebzehn bei frischem Material zurückging. Dafür war ein Ansteigen der falsch-negativen Resultate auf fünf gegenüber drei in Versuchsreihe I festzustellen. Bei Kontrollversuchen (Doppel- und Dreifachbestimmungen) in Versuchsreihe II zeigte sich (Nr. 5, 7, 8, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 28, 52, 68), daß eine Veränderung der Parameter (Inkubationszeit, Probenmenge, Anzahl der Waschvorgänge) einen gewissen Einfluß auf das Ergebnis ausüben kann.

Eine zu lange Inkubationszeit (48 h und länger) führte

allein oder in Kombination mit großen Probenmengen (mehr als 10 - 12 mg) häufig zu falsch-positiven Resultaten. Die Tendenz zu falsch-negativen Ergebnissen trat häufig bei Probenmengen von weniger als 1 mg und/oder bei einer Inkubationszeit von weniger als 18 h auf.

Wir liegen damit in Widerspruch zu der Arbeit von YADA et al., die 1966 mit dem Absorptions-Elutions-Verfahren an 62 Fingernägeln lebender Personen mit bekannter Blutgruppe und Ausscheidereigenschaft jedesmal ein richtiges Ergebnis erzielten. Die Fingernägel wurden bei YADA mit Äther von fettigen Substanzen gereinigt und mit einem Hammer zerkleinert.

Die Nagelstückchen wurden bei YADA - 1 mg und weniger waren ausreichend für eine erfolgreiche Gruppenbestimmung, bei uns hingegen waren mit Nagelmehl von weniger als 1 mg überdurchschnittlich häufig falsch-negative Resultate zu beobachten - mit Anti-A- und Anti-B-Serum der Titerstärke 1 : 128 versetzt und bei Raumtemperatur für 2 Stunden zur Inkubation belassen und anschließend mit kalter physiologischer NaCl-Lösung in ausreichender Menge einmal gewaschen. Die Elution erfolgte in einem Wasserbad bei 55° C für 10 Minuten. Danach wurde dem Eluat mit dem Nagelstückchen 1 Tropfen einer 0,2 %igen Erythrozyten-Suspension zugegeben und für kurze Zeit zentrifugiert. Die

Beurteilung der Agglutination erfolgte mit Hilfe eines konkaven Spiegels.

Wir veränderten die von YADA et al. angewandte Absorptions-Elutions-Methode in einigen Punkten. So reinigten wir mit fließendem Wasser, Methanol und Aqua destillata und versetzten die zu Nagelmehl (große Oberfläche) aufbereiteten Proben (2 - 10 mg) mit Serum der Titerstärke 1 : 256, um sie anschließend für 18 - 48 Stunden bei 4°C im Kühlschrank zu inkubieren.

Vor der Elutionsphase, die sich bei 56°C für 20 Minuten vollzog, wurden die Proben mit ungekühlter NaCl-Lösung 3 - 4mal gewaschen. Die Reaktion des Eluats (ohne Nagelmehl) mit einer 0,5 %igen, nicht vorbehandelten Erythrozyten-Suspension wurde unter dem Lichtmikroskop bei Lupenvergrößerung beurteilt.

Wir fanden, daß eine Inkubationszeit von 24 - 28 Stunden mit 2 - 5 mg Nagelmehl die besten Ergebnisse lieferte. Um die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit der modifizierten Absorptions-Elutions-Methode zu überprüfen, entschlossen wir uns erneut, 21 frische Nägel während der laufenden gerichtlichen Obduktionen abzunehmen, um unsere bisher gesammelten Erfahrungen in die weiteren Untersuchungen einzubringen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 bzw. 14 dargestellt. Kontrollversuche brachten bei 4maligem Waschen bei Probe Nr. 121 (= Blutgruppe A_2) falsch-negative Resultate.

Die Autoren U. HEIFER, G. SCHAIDT und I. SPECHT unterzogen die letzte Waschflüssigkeit einer Reinheitsprüfung. P.K. SEHAJPAL et al. kontrollierten die letzte Spülflüssigkeit, indem sie 2 Tropfen dieser Flüssigkeit mit A- und B-Erythrozyten versetzten und die Reaktion beobachteten. "Die Proben wurden solange mit eiskalter Kochsalzlösung gewaschen, bis keine Reaktionen mehr mit bekannten A- und B-Zellen auftraten. Nach 5- bis 6maligem Waschen war keine positive Reaktion mehr zu beobachten." (SEHAJPAL).

Mit dieser Reinheitsprüfung könnten eventuell die falsch-positiven Ergebnisse reduziert werden, inwieweit diese Kontrolle zum Auswaschen der Proben führen kann, bedarf weiterer Klärung. Wir verzichteten auf diese Kontrolle und führten sowohl Versuchsreihe III als auch Versuchsreihe IV bei gleichen Parametern durch. (24 - 28 h Inkubation bei dreimaligem Waschen, 2 - 5 mg Probenmenge.)

Unsere Untersuchungen an denselben Nagelproben (Nr. 101 - 121) ergaben nach viermonatiger Lagerung mit 95,20 % richtiger Ergebnisse die gleiche Trefferquote wie an frischen

Nagelproben. In beiden Versuchsreihen (III, IV) war Probe Nr. 12 mit der Absorptions-Elutions-Methode als der Gruppe B zugehörig bewertet worden, obwohl die routinemäßige Blutgruppenbestimmung eindeutig Gruppe AB ergeben hatte.

Die von YADA et al. angegebene Trefferquote von 100 % konnten wir in unseren Untersuchungen nicht erzielen.

Auch andere Autoren haben die Empfehlungen YADAS variiert. So berichteten P.K. SEHAJPAL et al. (1982) und R.K. GARG (1983) in ihrer Arbeit mit Hilfe der modifizierten Absorptions-Elutions-Methode über 100 % übereinstimmender Ergebnisse.

Mit 95,2 % richtiger Bestimmungen liegen wir ungefähr in Übereinstimmung mit P. GUTH, der in seinen Untersuchungen an Fingernägeln mit Hilfe des von KIND, NICKOLLS und PEREIRA beschriebenen und von BUDVÁRI modifizierten Verfahrens eine Trefferquote von 90 % erreichte.

Unsere Arbeit hat gezeigt, daß die Absorptions-Elutions-Methode in der angegebenen Modifikation mit der von uns erzielten Wahrscheinlichkeit von 95,2 % richtiger Ergebnisse eine für forensische Zwecke annehmbare ABO-Gruppenbestimmung sowohl bei frischen als auch bei gelagerten Nagelproben ermöglicht.

Die Treffsicherheit der Gruppenbestimmung bei Leichenfunden mit langer Liegezeit könnte durch Mehrfachuntersuchungen an verschiedenen fäulnisresistenten Geweben (Haare, Knochen, Nägel, Zähne) noch erhöht werden, so daß die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Bestimmung annähernd 100 % betragen könnte.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Mit 95,2 % richtiger Bestimmungen stellt das Absorptions-Elutions-Verfahren in der angegebenen Modifikation eine einfache, schnelle und zuverlässige Methode zur ABO-Gruppenbestimmung dar. Übertragungsfehler können durch sorgfältiges Aufbereiten des Materials mit Sandpapier weitgehend vermieden werden.

Es kann festgestellt werden, daß durch Variation der Substratmenge, Anzahl der Waschvorgänge und der Inkubationszeit ein gewisser Einfluß auf das Ergebnis ausgeübt werden kann, daß jedoch in noch stärkerem Maße die zunehmende Erfahrung der Untersucher die Trefferquote beeinflußt. Obwohl die Agglutinationsstärke bei gelagertem Nagelmaterial häufig etwas schwächer beurteilt wurde, spielte der Alterungsprozeß der Nägel bis zu einem halben Jahr bei unseren Untersuchungen hinsichtlich der Trefferquote keine Rolle.

Nach unseren Erfahrungen ist, wie bei allen biologischen Spuren, auch bei sorgfältiger Arbeitsweise mit einer gewissen Fehlerquote (Tendenz zu falsch-negativen Ergebnissen) zu rechnen, die jedoch durch Mehrfachuntersuchungen an verschiedenen Geweben desselben Individuums weitgehend eliminiert werden könnte.

7. LITERATURVERZEICHNIS

BUDVÁRI, R.: Über eine neue Methode der Blutgruppenuntersuchungen in Blutflecken mittels Agglutininelution. Dtsch. Z. gerichtl. Med. 54, 24 (1963)

GARG, R.K.: Determination of ABO (H) blood group specific substances from fingernails. Am. J. Forens. Med. Path. Vol 4, 143-144 (1983)

GRAMER, L.; TAUSCH, D.: Zur ABO-Blutgruppenbestimmung an Haaren, Z. Rechtsmed. 72, 63-67 (1973)

GUTH, P.: Nachweis der Blutgruppeneigenschaften ABO und MN aus eingetrockneter Haut und Nägeln. Arch. Kriminol., Bd. 162, 176-178 (1978)

HEIFER, U.: Zum Beweiswert von ABO-Bestimmungen an Einzelhaaren, Arch. Kriminol. Bd. 142 (3-4), 78-84 (1968)

HIRSZFELD, L.: Konstitutionsserologie und Blutgruppenforschung, Springer-Verlag, Berlin 1928

KIRST, R.; LANDES, B.: Über ABO-Bestimmungen am kompakten Knochen. Kriminalistik und forensische Wissenschaften 6, 99-112 (1971)

KIRST, R.; LANDES, B.: Untersuchungen zur ABO- und Gm-Bestimmung aus Knochensubstanz. Kriminalistik und forensische Wissenschaften 11, 71-82 (1973)

KIND, S.S.: Absorpiton-Elution grouping of dried blood stains on fabrics, Nature 187, 789 (1960)

KIND, S.S.: Absorption-Elution of dried blood smears, Nature 185, 397 (1960)

LANDSTEINER, K.: Über Agglutinationserscheinungen normaler menschlicher Blute, Klin. Wschr. Wien (1901)

LEHRS, H.: Über gruppenspezifische Eigenschaften des menschlichen Speichels, Z. Immunitätsforsch. exper. Therap. 66, 175-192 (1930)

NICKOLLS, C.; PEREIRA, M.: A study of modern methods of grouping dried blood stains. Med. Sci. Law 2, 172 (1962)

OUTTERIDGE, R.: Absorption-elution grouping of blood stains, modification and development. Nature 194, 385 (1962)

OUTTERIDGE, R.: Determination of the ABO group from fingernails. Med. Sci. Law 3, 275-276 (1963)

OEPEN, I.: Rechtsmedizinische Blutgruppen-Serologie. Fresenius KG, Bad Homburg, Serolog. Abteilung

OEPEN, I.: Zur Blutgruppenprägung menschlicher Körpergewebe. In: Fortschritte der Haematologie, Bd. 4, Barth Verlag, Leipzig (1977)

PROKOP, O.; UHLENBRUCK, G.: Lehrbuch der menschlichen Blut- u. Serumgruppen, VEB G. Thieme, Leipzig (1966)

PUTKONEN, T.: Über die gruppenspezifischen Eigenschaften verschiedener Körperflüssigkeiten (1930). Acta Soc. med. Fenn. "Duodecim". Ser. A Bd. XIV (1932)

SCHAIDT, G.; SPECHT, I.: Untersuchungen zur Blutgruppenbestimmung am menschlichen Einzelhaar. Arch. Kriminol. 143, 82-86 (1969)

SCHEIBE, E.; GIBB, B.; ULRICH, E.: Eine einfache Methode zum Nachweis von blutgruppenaktiven Substanzen im menschlichen Zahngewebe. Arch. Kriminol. Bd. 128, 155-163 (1961)

SCHLEYER, F.: Weitere Untersuchungen über den optimalen ABO-Gruppennachweis in Blutflecken auf Textilien; Arch. Kriminol. Bd. 127, 161-166 (1961)

SEHAJPAL, P.K.; SHARMA, V.K.: Die Bestimmung von A- und B-Antigenen in menschlichen Finger- und Fußnägeln. Arch. Kriminol. Bd. 169 (3-4), 114-119 (1982)

STAAK, M.; BERGHAUS, G.: Methodenvergleich zur ABO-Bestimmung am menschlichen Knochen. Arch. Kriminol. Bd. 169, Heft 5 u. 6 (1982)

STEINHÄUSER, A.: Kritische Untersuchungen über die Nachweisbarkeit der klassischen Blutgruppeneigenschaften an Haaren und Nägeln. Diss. Bonn (1960)

THOMA, K.: Die Bestimmung der ABO-Blutgruppen aus Finger- und Zehennägeln. Z. Kriminalistik mit Kriminalwissenschaft 52 (1954)

TRÖGER, H.D.; JUNGWIRTH, J.; EISENMENGER, W.: Zeitliche Nachweisgrenze der ABO-Bestimmung an Hautspuren unter Fingernägeln zur Zuordnung von Abwehrverletzungen. Beitr. gericht. Med. Bd. 34, 151-154 (1976)

TRÖGER, H.D.; EISENMENGER, W.; TUTSCH-BAUER, E.: Forensische Aspekte der ABO ("Blutgruppen")-Bestimmung an menschlichem Körpergewebe. Fresenius KG, Otto Prokop zum 60. Geburtstag, Festschrift 75-79 (1981)

YADA, S.; TSUGAWA, N.; UCHIDA, H.; YAMADA, S.: Blood grouping of the compact bone tissue. Act. Crim. Japon. 38, 113-117 (1972)

YADA, S.; TSUGAWA, N.; OHYA, I.; MORI, M.: ABO-Subtypes and the testing of hair and nail. Act. Crim. Japon. 35, 51-54 (1969)

YADA, S.; OKANE, M.; SANO, Y.: A simple method for blood-grouping fingernails. Act. Crim. Japon. 32, 96-98 (1966)

A simple method for blood-grouping bone fragments. Act. Crim. Med. leg. Japon. 32, 99-101 (1966)

Blood grouping of a single human hair by means of the elution technique. Act. Crim. Med. leg. Japon. 32, 7-8 (1966)

YADA, S.; ISHIMOTO, G.; OKANE, M.: Blood-grouping of scalp hair and finger nails derived from ABO variant persons. Act. Crim. Med. leg. Japon. 34, 55-56 (1968)

YADA, S.; OKANE, M.; SANO, Y.; FUKUMORI, Y.: Blood-grouping of eyebrows, eyelashes and vibrissae by means of the elution technique. Act. Crim. Med. leg. Japon. 32, 173-175 (1966)

YAVARI, A.: Untersuchungen über Vorhandensein und Nachweismöglichkeit von A- und B-Antigen an menschlichen Haaren mit Hilfe des Absorptions-Elutions-Verfahrens, Diss. Bonn (1968)

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. W. Spann, Direktor des Instituts für Rechtsmedizin, und Herrn Prof. Dr. med. J. Jungwirth für die stets freundliche Aufnahme im Institut und die Überlassung des Arbeitsplatzes.

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Prof. Dr. med. H.D. Tröger für die Vergabe des Themas und die zuvorkommende Beratung und Hilfe bei der Durchführung der Arbeit.
Bei Herrn Prof. Dr. med. W. Eisenmenger, Frau Dr. med. E. Tutsch-Bauer, Frau Jungwirth und Frau Corsepius möchte ich mich für wertvolle Anregungen bedanken.

Lebenslauf

Name:	Franz Xaver Hermann BALLAUF
7.12.52:	geboren in Kienberg/Oberbayern Vater: Martin Ballauf, Landwirt, † 25.10.79 Mutter: Therese Ballauf, geb. Bernauer
1959:	Volksschule Kienberg
1964:	Humanistisches St. Michaels-Gymnasium Metten
1973:	Abitur in Metten
1974:	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
1981:	Staatsexamen in München
1982/1983:	Stabsarzt der Bundeswehr in der 1. Gebirgsdivision
1984:	Vertragsarzt der Bundeswehr und Praxisvertretung